

Potencia y Energía Eléctrica



Introducción

El conocimiento de la potencia eléctrica de un receptor es importante, ya que nos indica lo capaz que es éste de realizar una determinada tarea: iluminar (lámparas), trabajo mecánico (motores), calentar (resistencias calefactoras), etc. Cuanta más potencia posea el receptor más rápido realizará la tarea o trabajo. Como estudiaremos más adelante, al aumentar la potencia también aumenta la intensidad de corriente por el circuito.

El conocimiento de la energía eléctrica consumida por un receptor es también importante, puesto que en base a este concepto se negocia la factura que hay que abonar a la compañía suministradora de energía eléctrica.

Contenido

- ▶ *Potencia eléctrica y su medida.*
- ▶ *Potencia perdida en un conductor.*
- ▶ *Energía eléctrica y su medida.*

Objetivos

- ▶ *Definir el concepto de potencia y energía eléctrica.*
- ▶ *Aplicar las expresiones matemáticas de la potencia y energía eléctrica para resolver cuestiones prácticas.*
- ▶ *Relacionar la potencia perdida en un conductor con su resistencia y corriente.*
- ▶ *Medir la potencia y la energía eléctrica.*

3.1 Potencia eléctrica

La unidad de potencia eléctrica es el vatio (W). Si nos preguntan qué lámpara luce más, una de 60 W o una de 40 W, la respuesta sería muy clara: la de 60 W, que es la que más potencia posee. Pero, ¿qué es la potencia eléctrica?

En la asignatura de física, se suele definir la potencia como la rapidez con la que se ejecuta un trabajo, es decir la relación que existe entre el trabajo realizado y el tiempo invertido en realizarlo.

Como todos sabemos, el trabajo se produce gracias a la energía. Trabajo y energía son dos conceptos que dicen lo mismo:

$$\text{Potencia} = \frac{\text{trabajo}}{\text{tiempo}}$$

$$P = \frac{E}{t}$$

$P =$ Potencia en vatios (W)
 $E =$ Energía en julios (J)
 $t =$ Tiempo en segundos (s)

$$\text{Potencia} = \frac{\text{energía}}{\text{tiempo}}$$

Ejemplo: 3.1

Determinar la potencia que debe desarrollar un ascensor que pesa 500 Kg si para subir al 5º piso (a una distancia de 25 m del suelo) emplea un tiempo de 50 segundos al moverse a una velocidad de 0,5 m/s. Calcular también la energía consumida.

Solución:

El trabajo que necesita un móvil para desplazarse a una cierta distancia es el producto de la fuerza aplicada, multiplicada por la distancia recorrida:

$$E = F \cdot e = 4.905 \cdot 25 = 122.625 \text{ J}$$

(pasamos los Kg a Nw: $500 \text{ Kg} \cdot 9,81 = 4.905 \text{ Nw}$)

$$P = \frac{E}{t} = \frac{122.625}{50} = 2.452,5 \text{ W} \approx 2,5 \text{ KW}$$

Para determinar la potencia también nos podíamos haber valido de la siguiente expresión, que nos indica que la potencia desarrollada por un móvil es el producto de la fuerza aplicada por la velocidad del mismo:

$$P = F \cdot V = 4.905 \cdot 0,5 = 2.452,5 \text{ W}$$

¿Cómo será la potencia a desarrollar por el ascensor si queremos que suba al quinto piso en tan sólo 20 segundos?

La fuerza que mueve un móvil es similar a la tensión que impulsa a moverse a los electrones por un circuito eléctrico. Por otro lado, la velocidad con que se mueve un móvil se puede comparar con la cantidad de electrones que fluyen en un circuito eléctrico en la unidad de tiempo, es decir de la intensidad de la corriente eléctrica. Según esto, la expresión de la potencia podría quedar así.

$$P = V \cdot I$$

La potencia eléctrica es el producto de la tensión por la intensidad de la corriente.

Ejemplo: 3.2

En una habitación existe una base de enchufe de 16 amperios. Se quiere determinar la potencia máxima del aparato eléctrico que se puede conectar al enchufe, teniendo en cuenta que la tensión es de 230 voltios.

Solución: Que la base de enchufe sea de 16 amperios, quiere decir que ésta es la máxima intensidad que puede circular por él sin que se caliente excesivamente. Luego la potencia máxima que podrá suministrar será:

$$P = V I = 230 \cdot 16 = 3.680 \text{ W}$$

Ejemplo: 3.3

Calcular la potencia que consume un horno eléctrico si se conecta a una tensión de 230 V y su resistencia es de 50 Ω .

Solución: Primero calculamos la intensidad, aplicando la ley de Ohm:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{230}{50} = 4,6 \text{ A}$$

$$P = V \cdot I = \dots = 1.058 \text{ W}$$

Ejemplo: 3.4

La potencia de una cocina eléctrica es de 3,5 KW. Se quiere saber si será suficiente con una base de enchufe de 25 A para conectarla a una red de 230 V.

Solución:

$$P = V I, \text{ despejando } I = \frac{P}{V} = \frac{3.500 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 15,2 \text{ A}$$

Como la base de enchufe soporta hasta 25 A, está claro que es suficiente para conectar la cocina.

Ejemplo: 3.5

La placa de características de una plancha eléctrica indica que su potencia es de 500 W y su corriente nominal de 4 A. Calcular el valor de la resistencia de caldeo.

Solución: Primero calculamos el valor de la tensión:

$$P = V I, \text{ despejando } V = \frac{P}{I} = \dots = 125 \text{ V}$$

Para calcular la resistencia nos valemos de la ley de Ohm:

$$I = \frac{V}{R}, \text{ despejando } R = \frac{V}{I} = \frac{125}{4} = 31,25 \Omega$$

Este problema también se podía haber resuelto, determinando primero una fórmula que relacione P, I, y R:

$$P = V I \longrightarrow P = R I I$$

$$V = R I$$

$$P = R \cdot I^2$$

Despeja R de la fórmula obtenida y comprueba el resultado.

Ejemplo: 3.6

Se dispone de una resistencia calefactora para un horno eléctrico de la que sólo se conoce su potencia de trabajo: 700 W y el valor óhmico de la misma: 69 Ω. ¿A qué tensión se podrá conectar el horno para que funcione correctamente?

Solución: Este problema entraña un poco más de complejidad. Para resolverlo, habrá que encontrar primero una fórmula que relacione P, V y R.

$$P = V I \longrightarrow P = V \frac{V}{R} = \frac{V^2}{R}$$

$$I = V/R$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Despejando: $V = \sqrt{P \cdot R} = \sqrt{700 \cdot 69} = 220V$

Ejemplo: 3.7

¿Cuál será la pérdida de potencia que se producirá en los conductores de una línea eléctrica de cobre de 4 mm² de sección y de 100 metros de longitud, que alimenta un motor eléctrico de 1 KW a 230 V?

Solución: La potencia que se pierde en los conductores se puede calcular mediante la expresión $P_p = R_L \cdot I^2$, siendo R_L la resistencia de los conductores de la línea e I la intensidad que circula por ellos.

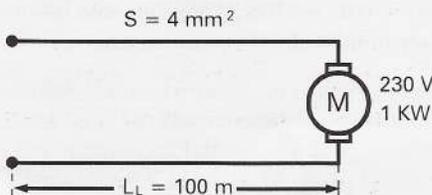


Figura 3.1

$$I = \frac{P}{V} = \frac{1.000}{230} = 4,35 A$$

$$R_L = \rho \cdot \frac{L}{S} = 0,017 \cdot \frac{200}{4} = 0,85 \Omega$$

$$P_p = R_L \cdot I^2 = 0,85 \cdot 4,35^2 = 16,1 W$$

***Nota:** Se ha tomado 200 m de longitud de conductor, teniendo en cuenta que son 100 m de ida y 100 m de vuelta. La potencia que se pierde en el conductor se transforma en calor, que eleva su temperatura y puede llegar a perjudicarlo.

Ejemplo: 3.8

¿Cuál será el aumento de temperatura que experimenta una lámpara incandescente de 60 W/220 V con filamento de wolframio, si al medir su temperatura en frío obtuvimos un resultado de 358 ohmios?

Solución: Primero calculamos la resistencia aproximada en caliente con la ayuda de las características de la lámpara:

$$P = \frac{V^2}{R}, \text{ despejando } R = \frac{V^2}{P} = \dots = 807\Omega$$

$$R_t = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t^0), \text{ despejando}$$

$$\Delta t^0 = \left(\frac{R_t}{R_0} - 1 \right) / \alpha = \dots = 2.508 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3.2 Medida de la potencia eléctrica

El aparato que mide la potencia eléctrica es el vatímetro.

En realidad, el vatímetro mide por separado la tensión y la intensidad de la corriente, para después realizar la operación $P = V \cdot I$ (Figura 3.2).

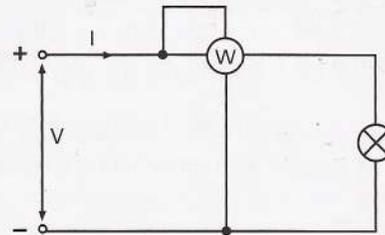


Figura 3.2. Esquema de conexiones del vatímetro.

Este aparato consta de dos bobinas; una amperimétrica y otra voltimétrica (Figura 3.3). La bobina amperimétrica posee unas características similares a la de un amperímetro: tiene una resistencia muy baja y se conecta en serie. La bobina voltimétrica posee las mismas características que las de un voltímetro: tiene una resistencia muy alta y se conecta en paralelo.

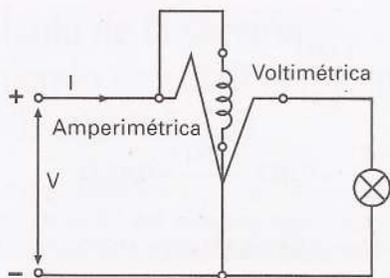


Figura 3.3. Circuitos internos del vatímetro.

3.3 Energía eléctrica

De la expresión que relaciona la energía con la potencia se deduce que la energía es el producto de la potencia por el tiempo. El cálculo de la energía eléctrica consumida por un receptor es muy interesante, especialmente por los consumidores, ya que sobre él se establecen los costos que facturan las compañías eléctricas.

$$P = \frac{E}{t}, \text{ despejando}$$

$$E = P \cdot t$$

¿Cuál es la unidad de medida de la energía eléctrica? Todo dependerá de las unidades que se tomen de la potencia y del tiempo.

E = P · t			
P (W)	t(s)	P (KW)	t(h)
E = W · s = Julios		E = KW · h = kilovatios-hora	

El julio es la unidad perteneciente al sistema internacional. Como es muy pequeña, se suele utilizar más el KWh.

Ejemplo: 3.9

Calcular la energía, en KWh y julios, consumidos por un calefactor de 500 W en 8 horas de funcionamiento.

Solución: $E = P t = 0,5 \text{ KW} \cdot 8 \text{ h} = 4 \text{ KWh}$

$$500 \text{ W} = 500/1000 = 0,5 \text{ KW}$$

$$E = P t = 500 \text{ W} \cdot 18000 \text{ s} = 9000000 \text{ julios}$$

$$5 \text{ horas} = 5 \cdot 3600 = 18000 \text{ s}$$

Ejemplo: 3.10

Se quiere determinar el gasto bimensual de un calefactor de 500 W, que funciona, por término medio, 4 horas al día. Precio del KWh: 16 ptas.

Solución: $E = P t = 0,5 \text{ KW} \cdot 240 \text{ h} = 120 \text{ KWh}$

$$t = 60 \text{ días} \cdot 4 \text{ h} = 240 \text{ h}$$

$$\text{Gasto} = 120 \text{ KWh} \cdot 16 \text{ pts} = 1920 \text{ pts.}$$

Ejemplo: 3.11

¿Cuánto tiempo podremos tener conectado un televisor de 150 W si deseamos gastar 100 pts en concepto de energía eléctrica, siendo el precio del KWh de 17 pts?

Solución: $\text{Gasto} = E \cdot \text{precio KWh}$, despejando

$$E = \frac{\text{Gasto}}{\text{precio KWh}} = \frac{100}{17} = 5,88 \text{ KWh}$$

$$E = P t, \text{ despejando } t = \frac{E}{P} = \frac{5,88}{0,15} = 39,2 \text{ horas}$$

3.4 Medida de la energía eléctrica

El aparato que mide la energía eléctrica consumida es el contador y, como todos bien sabemos, es el que nos dice, a fin de cuentas, lo que debemos pagar a la compañía eléctrica.

El contador se conecta exactamente igual que un vatímetro, y nos da la lectura de la energía consumida, gracias a que integra el producto de la potencia por el tiempo (Figura 3.4).

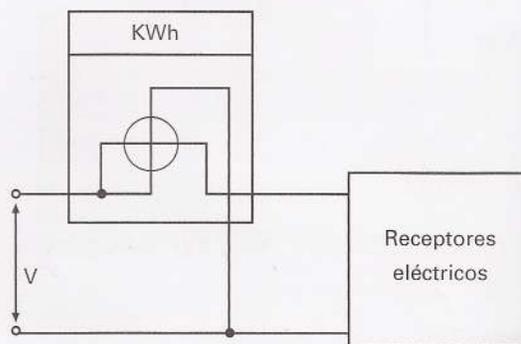


Figura 3.4

El contador de energía que más se está utilizando hasta ahora es el de inducción, que realiza la medida gracias a un sistema motorizado, que obliga a girar un disco. La velocidad de dicho disco depende del producto de la tensión por la intensidad, es decir de la potencia. Existe un sistema que cuenta el número de vueltas y presenta una lectura directa de los KWh consumidos.

Actividades

1. Con los datos obtenidos en las lecturas del voltímetro y del amperímetro de la Actividad 2.1, calcula la potencia que le correspondería a la resistencias utilizadas en dicha actividad.

$$P = V I = \dots = \dots \text{ W}$$

Ahora toma un vatímetro y mediante el esquema de conexiones de la Figura 3.2 mide su potencia.

Compara los resultados obtenidos por ambos métodos de medición. Lo más probable es que éstos no sean iguales. Esto nos indica que los aparatos de medida no son perfectos y que, por tanto, cometen errores. También hay que tener en cuenta los errores que hayamos podido cometer nosotros al tomar las medidas.

2. Consigue un recibo de la luz de tu vivienda e investiga los diferentes términos que en él se contemplan.

3. Los contadores de energía eléctrica disponen de un disco que gira según se van totalizando la lectura en el indicador. Por lo general, se suele indicar el número de revoluciones de dicho disco que corresponden a un KWh.

Observa el contador correspondiente a tu vivienda y comprueba cuál es el número de revoluciones del disco por cada KWh. Una vez hecho esto, cuenta las vueltas que da el disco en un minuto. ¿Podrías con esos datos determinar la energía y potencia media que se ha estado consumiendo en ese período de tiempo?

4. Consulta en Internet (<http://www.t2000idiomas.com/electrotecnia>) sobre los temas relacionados con este capítulo e intenta contrastar y ampliar la información obtenida.

Autoevaluación

- 1) Al conectar una lámpara a una toma de corriente de 100 V se miden por el circuito 750 mA. Determinar la potencia de la lámpara y su resistencia.
- 2) ¿A qué tensión habrá que conectar una estufa de 750 W si su resistencia es de 75 Ω ? ¿Cuál será la intensidad de la corriente?
- 3) Un calentador de agua presenta en su placa de características los siguientes datos: 3 KW / 220 V. Determinar: a) Intensidad de la corriente y resistencia; b) potencia, si se conecta ahora a 125 V, considerando que la resistencia permanece constante.
- 4) En las instalaciones eléctricas de viviendas, junto al cuadro de mando y protección, e inmediatamente antes, se sitúa el "Interruptor de control de potencia (ICP)" (Figura 3.5). Éste es un interruptor automático que determina la potencia simultánea disponible, de acuerdo con el contrato de suministro de energía eléctrica. Este interruptor desconecta la instalación, se "dispara" cuando la suma de las potencias de los aparatos conectados a la vez sobrepasa la potencia contratada. ¿De qué calibre (intensidad a la que dispara) será el interruptor de control de potencia, si la potencia contratada es de 3.450 W a la tensión de 230 V?
- 5) ¿Cómo fabricar una estufa? En el mercado existen hilos metálicos con un coeficiente de resistividad bastante alto. Por ejemplo, el ferromniquel tiene un coeficiente de resistividad de 0,8 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$. Si nosotros enrollamos

hilo de este material sobre un soporte aislante (a ser posible un material refractario), y hacemos pasar una corriente por él, éste se calentará intensamente.

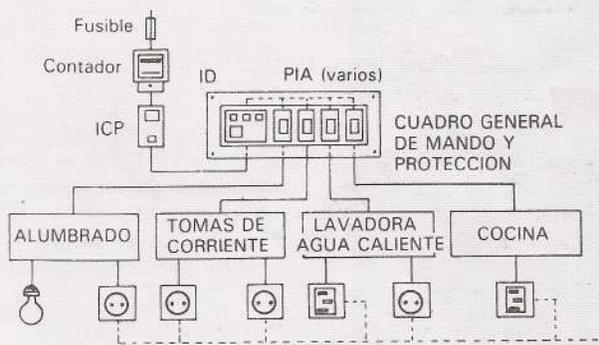


Figura 3.5. Esquema de la instalación eléctrica de una vivienda.

El proyecto de fabricación de la estufa podría ser el siguiente: se quiere construir una estufa eléctrica de 500 W de potencia para conectar una red de 125 V de tensión. Para ello, se dispone de hilo de ferromniquel de 0,5 mm^2 de sección. Determinar la longitud del hilo que será necesario enrollar sobre el soporte aislante.

- 6) Calcular la potencia que perderá una línea eléctrica de 50 m de longitud compuesta por dos conductores de aluminio de 1,5 mm^2 de sección y que alimenta un motor eléctrico de 1 KW a 125 V.

- 7) La placa de una cocina eléctrica indica que consume una potencia de 2,5 KW a la tensión de 230 V. Calcular: a) la intensidad; b) el valor de la resistencia; c) la energía eléctrica que consumirá (en KWh) en un mes, si funciona durante 2 horas al día.
- 8) Para elevar agua de un pozo se instala una motobomba movida por un motor eléctrico de 3 CV a una red de 380 V. Teniendo en cuenta que 1 CV equivale, aproximadamente, a 736 W, calcular: a) la intensidad de corriente; b) el gasto bimensual si el motor funciona, por término medio, 8 h al día. Precio del KWh: 16 ptas.
- 9) ¿Cómo es la resistencia de los circuitos medidores de un vatímetro?
- a) La resistencia de la amperimétrica es baja, mientras que la de la voltimétrica es alta
- b) La resistencia de la amperimétrica es alta, mientras que la de la voltimétrica es baja
- c) Aproximadamente igual
- 10) ¿Cómo se conecta el contador de energía?
- a) En derivación con la carga
- b) El circuito voltimétrico en serie y el amperimétrico en paralelo
- c) Exactamente igual que un vatímetro